

===== WPI =====

TI - Surface acoustic wave appts. for mobile communication terminal e.g. car telephone, portable telephone - has single inner reflecting type unidirectional electrode used as interdigital electrode whose film thickness is 0.4 per cent or more than periodic lambda of other interdigital electrode

AB - J09018272 The appts. includes a piezoelectric substrate (1) which excites and receives surface acoustic wave. Several interdigital electrodes with the positive and negative excitation electrodes (11,11') are provided on the substrate.

- One of the interdigital electrode is an inner reflecting type unidirectional electrode that excites the SAW having a single directivity. The film thickness of the inner reflecting type unidirectional electrode is 0.4 per cent or more than the periodic lambda of the other interdigital electrode.

- ADVANTAGE - Offers small SAW appts. with good stability and low loss since directivity of surface acoustic wave is increased. Reduces loss and improves unidirectional nature since line width of float electrode is made less than one-twelfth of lambda.

- (Dwg.1/16)

PN - JP9018272 A 19970117 DW199713 H03H9/145 013pp

PR - JP19950159401 19950626

PA - (FUIT) FUJITSU LTD

MC - V06-K03 V06-K04 V06-K05 W01-C01D3 W02-G03A1

DC - V06 W01 W02

IC - H03H9/145 ;H03H9/25 ;H03H9/64

AN - 1997-138703 [13]

===== PAJ =====

TI - SURFACE ACOUSTIC WAVE DEVICE

AB - PURPOSE: To improve the unidirectionality of a surface acoustic wave, to miniaturize the device, and to reduce the loss at the time of using an internal reflection type unidirectional IDT having a floating electrode with respect to the surface acoustic wave device.

- CONSTITUTION: A piezoelectric substrate 1 and plural interdigital electrodes which have positive and negative exciting electrodes 11' for excitation and reception of the surface acoustic wave on the piezoelectric substrate are provided. Materials of the piezoelectric substrate 1 are X-112Y:LiTaO₃, and at least one interdigital electrode is the internal reflection type unidirectional interdigital electrode which excites the surface acoustic wave having unidirectionality, and the thickness of the electrode film of the internal reflection type unidirectional interdigital electrode is $\geq 0.4\%$ of the period λ of interdigital electrodes.

PN - JP9018272 A 19970117

PD - 1997-01-17

ABD - 19970530

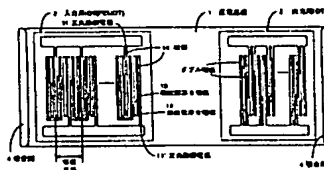
ABV - 199705

AP - JP19950159401 19950626

PA - FUJITSU LTD

IN - TSUTSUMI JUN;SATO YOSHIO

I - H03H9/145 ;H03H9/25 ;H03H9/64

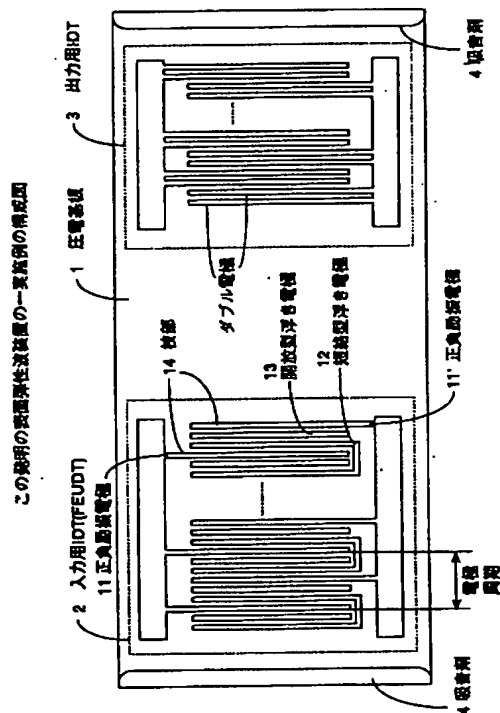


<First Page Image>

(11)特許出願公開番号

(43)公開日 平成9年(1997)1月17日

審査請求 未請求 請求項の数5 O.L (全 13 頁)



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 圧電基板と、圧電基板上に表面弾性波を励振又は受信するための正負の励振電極を有する複数個のすだれ状電極とを備え、

前記圧電基板の材料が $X-112^{\circ}Y:LiTaO_3$ であり、

少なくとも1つのすだれ状電極が、一方向性を有する表面弾性波を励振させる内部反射型一方向性すだれ電極であり、かつ内部反射型一方向性すだれ電極の電極膜の膜厚が、すだれ状電極の周期 λ の0.4%以上であることを特徴とする表面弾性波装置。

【請求項2】 前記内部反射型一方向性すだれ状電極が、その正負の励振電極間に、正負の励振電極とは電気的に接続されない開放型の浮き電極と、正負の励振電極とは電気的に接続されず2つの浮き電極を短絡した短絡型の浮き電極とを備えることを特徴とする請求項1記載の表面弾性波装置。

【請求項3】 前記内部反射型一方向性すだれ状電極が、正負の励振電極間の中央からずれた位置にその正負の励振電極とは電気的に接続されない1つの浮き電極を有し、かつ隣接する2つの浮き電極が短絡された構成を持つことを特徴とする請求項1記載の表面弾性波装置。

【請求項4】 圧電基板と、圧電基板上に表面弾性波を励振又は受信するための正負の励振電極を有する複数個のすだれ状電極とを備え、

少なくとも1つのすだれ状電極が、その正負の励振電極間であって、励振電極からすだれ状電極の周期 λ の1/6の距離だけ離れた位置に、正負の励振電極とは電気的に接続されない1つの浮き電極を有し、かつ隣接する2つの浮き電極が短絡された構成を持つ内部反射型一方向性すだれ電極であり、

さらに、正負の励振電極の線幅が $\lambda/8$ 以上かつ $\lambda/5$ 以下、前記浮き電極の線幅が $\lambda/12$ 以下であることを特徴とする表面弾性波装置。

【請求項5】 前記した請求項1又は4に記載の表面弾性波装置を1個もしくは複数個備えたことを特徴とする表面弾性波フィルタ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、表面弾性波装置に関し、特に浮き電極を有する内部反射型一方向性IDTから構成される表面弾性波装置に関する。

【0002】

【従来の技術及び発明が解決しようとする課題】昨今、自動車電話や携帯電話などの移動通信端末機の小型化に伴い、それに使用する電子部品の小型化が強く要求されている。たとえば、分波器を構成する部品としては、従来用いられていた誘導体フィルタに代わり、表面弾性波フィルタが用いられるようになり端末機の小型化に大きく貢献している。

2

【0003】しかし、数十から数百MHz帯の比較的低周波の表面弾性波フィルタでは依然としてサイズが大きく、端末機のさらなる小型化を図るために、表面弾性波フィルタの小型化が求められ、同時に低損失化も要求されている。特に低損失化を図ることに関しては、従来数百MHz帯以上の表面弾性波フィルタにおいては、入力電極及び出力電極を多数配置した多電極構成とし、表面弾性波共振器を用いたりしていた。

【0004】一般に表面弾性波フィルタは、電圧を加えると基板がひずみ表面弾性波を発生する圧電基板の表面に、入力用IDT(InterDigital Transducer)と出力用IDTを形成したものであり、この入力用IDTと出力用IDTとからなる電極を、一枚の圧電基板上に複数個設けた多電極構成としている。また、IDTは、図16に示すような、互いに交差したすだれ形状の枝部を有する一組の正負励振電極から構成される。

【0005】しかしながら、このIDTの正負励振電極の枝部の間隔、すなわち電極周期は、周波数に反比例するため、数十から数百MHz帯の表面弾性波フィルタに対して上記の多電極構成を適用すると、膨大な大きさとなり、小型化を図ることは難しい。また、小型化の要求を満足させるため、単純な1入力1出力トランスバーサル型のフィルタ構成とし、IDTとして双方向性損失を低減させることのできる一方向性IDTを用いた表面弾性波フィルタが提案されている。

【0006】たとえば、特開昭60-236312号公報には、正負励振電極間に浮き電極を有する内部反射型一方向性IDTが記載されている。これは、外部に位相回路を必要とせず、しかも一度の電極膜成膜及びパターニングしか必要としないため製造工程が簡単であるという特徴を有する。

【0007】また、特開平3-133209号公報には、浮き電極として開放型と短絡型の2種類が存在する内部反射型一方向性IDTであって、開放型の浮き電極の線幅を $\lambda/12$ (λ はすだれ状電極の周期)より広く、短絡型の浮き電極の線幅を $\lambda/12$ よりも狭くし、より一方向性を増加させたものが記載されている。

【0008】図16は、従来用いられている浮き電極を有する内部反射型一方向性IDT(FEUDT: Floating Electrode type Unidirectional Transducer)の構造の一例を示したものである。ここで、IDT100は、正負励振電極101、正負励振電極の枝部102、短絡型浮き電極103、開放型浮き電極104からなる。105は、枝部間の間隔、すなわち電極周期である。

【0009】この従来用いられているIDTでは、一般的にAl、Al-Cu、Cu等を電極材料として用い、良好な一方向性が得やすい $128^{\circ}Y-X:LiNbO_3$ を圧電基板の材料として用いていた。

【0010】このFEUDTは浮き電極の圧電反作用を

利用するため、良好な一方向性を出すためには、本質的に電気機械結合係数 K^2 が大きな値となる基板に対して有効であることが知られている。この電気機械結合係数 K^2 とは、圧電基板の特性値の1つであり、電気信号を表面弾性波に変える場合の変換効率を示す係数である。したがって上記の公報に示した発明で用いられるF E U D Tは、いずれの場合も $K^2=5.5\%$ という比較的大きな値を持つ $128^\circ Y-X:LiNbO_3$ を基板材料として用いている。

【0011】ところが、 $128^\circ Y-X:LiNbO_3$ を用いた基板は、圧電基板の一特性値である遅延時間温度係数が $-74ppm/C^\circ$ と大きいため、安定した温度特性を得ることが難しい。また K^2 が大きいため、良好な特性を持つ狭帯域フィルタを構成する場合にはI D Tの枝部の電極対数を多くする必要があり、小型化には不利となる。

【0012】一方、遅延時間温度係数が $-18ppm/C^\circ$ であって、安定な温度特性を示す基板材料として、 $X-112^\circ Y:LiTaO_3$ が知られている。この基板材料を用いたものは、 K^2 が 0.76% であり、前記した $128^\circ Y-X:LiNbO_3$ に比べて約一桁小さく、少ない電極数で狭帯域を実現できるので小型化に向いている。

【0013】さらに、表面弾性波の伝搬速度についても、 $128^\circ Y-X:LiNbO_3$ のものでは $3960m/s$ であるのに対し、 $X-112^\circ Y:LiTaO_3$ のものでは $3230m/s$ となり遅いため、狭帯域フィルタを小型化するのに有利である。ただし、前記したように、 K^2 が小さい場合は、従来のような浮き電極を有する内部反射型ではわずかな一方向性しか得られず、実用に耐え得る低損失な弾性表面波フィルタを実現することができない。

【0014】この発明は、以上のような事情を考慮してなされたものであり、圧電基板の材料に $X-112^\circ Y:LiTaO_3$ を用い、I D Tとして内部反射型一方向性I D Tを用いた場合に、実用上十分適用できる程度に表面弾性波の一方向性を高め、安定、小型かつ低損失な表面弾性波装置を提供することを目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】この発明は、圧電基板と、圧電基板上に表面弾性波を励振又は受信するための正負の励振電極を有する複数個のすだれ状電極とを備え、前記圧電基板の材料が $X-112^\circ Y:LiTaO_3$ であり、少なくとも1つのすだれ状電極が、一方向性を有する表面弾性波を励振させる内部反射型一方向性すだれ電極であり、かつ内部反射型一方向性すだれ電極の電極膜の膜厚が、すだれ状電極の周期 λ の 0.4% 以上であることを特徴とする表面弾性波装置を提供するものである。

【0016】ここで、内部反射型一方向性すだれ状電極が、その正負の励振電極間に、正負の励振電極とは電気

的に接続されない開放型の浮き電極と、正負の励振電極とは電氣的に接続されず2つの浮き電極を短絡した短絡型の浮き電極とを備えるようにしてもよい。

【0017】また、前記したすべて又は一部のすだれ状電極の電極膜の膜厚が、すだれ状電極の周期 λ の 0.4% 以上となるように構成してもよい。また、前記すだれ状電極の電極膜の材料は通常アルミニウムが用いられるが、この他に、アルミニウムと銅の合金（たとえば、 $Al-1\%Cu$ 、 $Al-2\%Cu$ ）、金、銅、チタンなどを用いてもよい。

【0018】また、内部反射型一方向性すだれ状電極が、正負の励振電極間の中央からずれた位置に、その正負の励振電極とは電氣的に接続されない1つの浮き電極を有し、かつ隣接する2つの浮き電極が短絡された構成をもつようにしてもよい。また、上記のような表面弾性波装置を1個又は複数個用いて、表面弾性波フィルタとして構成してもよい。

【0019】さらに、この発明は、圧電基板と、圧電基板上に表面弾性波を励振又は受信するための正負の励振電極を有する複数個のすだれ状電極とを備え、少なくとも1つのすだれ状電極が、その正負の励振電極間であって、励振電極からすだれ状電極の周期 λ の $1/6$ の距離だけ離れた位置に、正負の励振電極とは電氣的に接続されない1つの浮き電極を有し、かつ隣接する2つの浮き電極が短絡された構成を持つ内部反射型一方向性すだれ電極であり、さらに、正負の励振電極の線幅が $\lambda/8$ 以上かつ $\lambda/5$ 以下、前記浮き電極の線幅が $\lambda/12$ 以下であることを特徴とする表面弾性波装置を提供するものである。

【0020】ここで、さらに前記圧電基板の材料が、 $X-112^\circ Y:LiTaO_3$ であり、前記すだれ状電極の電極膜の材料がアルミニウムであり、前記内部反射型一方向性すだれ電極のみ、又は圧電基板上のすべてもしくは一部のすだれ状電極の電極膜の膜厚が、励振される表面弾性波の波長 λ の 0.4% 以上となるようにしてもよい。

【0021】また、前記すだれ状電極の材料をアルミニウム以外とする場合、前記すだれ状電極の電極膜の材料のアルミニウムに対する比重を電極膜の膜厚に乘じた値が、励振される表面弾性波の波長 λ の 0.4% 以上とするか又は、前記すだれ状電極の電極膜が層状に構成される複数の材料からなる場合、各材料のアルミニウムに対する比重を各材料の膜厚に乘じた値を合計した数値が、励振される表面弾性波の波長 λ の 0.4% 以上となるようにしてもよい。また、このような構成を持つ表面弾性波装置を1個又は複数個組合わせて、表面弾性波フィルタを形成してもよい。

【0022】

【作用】この発明によれば、 $X-112^\circ Y:LiTaO_3$ を材料とする圧電基板と、表面弾性波を励振させる

すだれ状電極として内部反射型一方向性すだれ電極を用い、かつその内部反射型一方向性すだれ電極の膜厚をすだれ状電極の周期 λ の0.4%以上としているので、表面弾性波の一方向性を増すことができ、安定、小型かつ低損失な表面弾性波装置を提供することができる。

【0023】また、内部反射型一方向性すだれ電極が、浮き電極として開放型浮き電極と短絡型浮き電極の2種類を備える場合でも、又は短絡型の浮き電極のみを備える場合でも、上記のように電極の膜厚を厚くさせれば、内部反射型一方向性すだれ電極の方向性を向上させることができる。

【0024】また、短絡型の浮き電極が、正負の励振電極との中心間の距離がすだれ状電極の周期 λ の $1/6$ の距離だけ離れた位置に配置された内部反射型一方向性すだれ電極において、正負の励振電極の線幅を $\lambda/8$ 以上かつ $\lambda/5$ 以下とし、短絡型の浮き電極の線幅を $\lambda/12$ 以下としているので、前記方向性の増加と共に、損失の低減を図ることができる。

【0025】

【実施例】以下、図に示す実施例に基づいてこの発明を詳述する。なお、この発明はこれによって限定されるものではない。

【0026】実施例1：図1に、この発明の一実施例における基板表面の構造図を示す。この図には、圧電基板上に1組の入力用IDTと出力用IDTとを形成した例を示している。

【0027】1は、圧電基板であり、この発明では $X-112^\circ Y:LiTaO_3$ 基板を用いる。 $X-112^\circ Y:LiTaO_3$ 基板は、安定した温度特性を持ち、電気機械係数 K^2 の値も小さいため、狭帯域フィルタの小型化に有利である。2は入力用IDTであり、たとえば、図に示すような内部反射型一方向性IDT(FEUDT)を用いることができる。

【0028】一般に、入力用IDTから励振される表面弾性波は、IDTの電極に対して垂直方向に進行する。図1では、左側方向に進行する表面弾性波と、右側方向に進行する表面弾性波がある。FEUDTは、2方向のうち出力側IDTの方すなわち右側方向へ進行する表面弾性波がなるべく多くなるように工夫されたIDTであり、この意味で一方向性を有するIDTである。3は、出力用IDTであり、たとえば、図に示すようなダブル電極型のIDTを用いることができる。4は、吸音剤であり、圧電基板端面でのSAWの反射を抑制するためのものである。

【0029】入力用IDT2において、11、11'は正負励振電極、12は短絡型浮き電極、13は開放型浮き電極である。これらの電極の材料として、ここではアルミニウムを用いることにする。

【0030】正負励振電極11、11'は図に示すように、対向する電極であり、所定の一定間隔で正負励振電

極の枝部14がすだれ状につき出ている。上方向からの枝部14と下方向からの枝部14とで1対の電極を構成し、一般にIDTは複数個の対数の枝部からなる。この枝部14の間隔(以下、電極周期と呼ぶ)は最も強く励振させたい表面弾性波の波長 λ にほぼ等しくする。たとえば、表面弾性波の伝搬速度が3230m/sである $X-112^\circ Y:LiTaO_3$ 基板を用い、さらにフィルタの中心周波数が40MHzの場合は、波長 λ は80.75 μm であり、電極周期もほぼ同じ長さとする。

【0031】また、入力用IDT(FEUDT)の正負励振電極11、11'、短絡型浮き電極12、及び開放型浮き電極13のすべての線幅を $\lambda/12$ に等しくする。さらに、電極材料がアルミニウムの場合、入力用IDTのすべての電極膜の膜厚を表面弾性波の波長 λ の0.4%以上の厚さとする。たとえば、すだれ状電極の周期 $\lambda=82\mu m$ のとき、アルミニウムの膜厚は0.328 μm 以上とする。また、図1の実施例では、電極周期を82 μm 、入力IDTの電極対数を20対、出力用IDTの電極対数を28対とする。

【0032】図2に、この発明の入力用IDT(FEUDT)の別の一実施例の斜視図を示す。ここでHは膜厚を示し、Weは正負励振電極の線幅、Wfは短絡型浮き電極の線幅である。図1におけるFEUDTでは、 $We=Wf$ としている。

【0033】次に、この発明の表面弾性波装置の一方向性が電極膜の膜厚を厚くすることによって改善されることを示す。この一方向性の特性を測定するために、図3に示す測定サンプルを用いた。これは、 $X-112^\circ Y:LiTaO_3$ 基板上に、中央部分に入力用IDT(FEUDT)、その両側に双方向性IDTであるダブル電極型のIDTを配置したものであり、入力用IDTから励振される表面弾性波を両側のダブル電極型IDTで受信したときの損失差を測定した。

【0034】ここで、FEUDTから励振される表面弾性波が進行してほしい方向を順方向、進行してほしくない方向を逆方向と呼ぶことにする。また、FEUDTから見て順方向に存在するダブル電極型IDTにおける損失から、逆方向に存在するダブル電極型IDTにおける損失を引いた数値を方向性度と呼び、この数値が大きいほど、FEUDTの方向性度がよいと言うことができる。この方向性度の測定は、図3の測定サンプルの入力用IDTの電極膜厚を変化させて行った。

【0035】図4及び図5は、電極にアルミニウムを用いた場合のFEUDTの周波数-損失の特性図である。図4は、アルミニウムの電極膜の膜厚を0.1% λ とした場合の特性図であり、図5は、膜厚を0.4% λ とした場合の特性図である。横軸は表面弾性波の周波数(MHz)、縦軸は損失(dB)を示す。

【0036】図4(a)及び図5(a)はFEUDTの表面弾性波を励振させたい方向すなわち順方向の損失を

示し、図4(b)及び図5(b)は励振させたくない方向、すなわち逆方向の損失を示す。図4(a)と(b)を比較すると、逆方向に比べて順方向の方が損失が約3.37dB少ないことがわかる。すなわち、アルミニウムの電極膜の膜厚が0.1%入のとき、方向性度は3.37dBであると言える。

【0037】同様に、図5(a)と(b)を比較すると、アルミニウムの電極膜の膜厚が0.4%入のとき、方向性度は4.10dBであると言える。したがって、電極膜がアルミニウムの場合、膜厚が0.1%入のものよりも0.4%入と厚くした方が、方向性度がよくなることがわかる。

【0038】図6に、電極膜の厚さと入力用IDTの方向性度との関係のグラフを示す。横軸は、波長入で規格化した電極膜厚を示し、縦軸は方向性度を示している。図6のグラフAは、短絡型の浮き電極のみを有するFEUDTの場合、グラフBは短絡型及び開放型の2種の浮き電極を有するFEUDTの場合の変化を示している。

【0039】図6によれば、グラフA、Bどちらの場合も、横軸の電極膜厚を増加させると、方向性度が増加していることがわかる。たとえば、グラフAにおいて、膜厚が0.12%入のときは方向性度は3.3dB、膜厚が0.4%入のときは方向性度は4dBとなり、膜厚を厚くした方が方向性度が改善される。また、電極膜厚を増加させるにつれて、方向性度は飽和する傾向にあり、0.4%入以上においては、4dB程度以上の方向性度となっており、膜厚を厚くしたことの効果が得られる。特に、さらに好ましくは、膜厚を1%入以上の厚さとするのがよい。また、図6のグラフによれば、0.4%入以上の厚さであれば、良好な方向性度が得られるので、特に上限値を規定する必要はないが、上の観点からは、数 μm 以下であることが好ましい。

【0040】以上のことより、FEUDTの電極膜の膜厚を0.4%入以上の厚さとするにより、 $X-112^\circ Y:LiTaO_3$ 基板を用いてFEUDTを形成した場合の表面弾性波の一方方向性が実用上十分な程度にまで改善でき、安定した温度特性を有し低損失な表面弾性波装置を提供することができる。

【0041】なお、図1の実施例では、電極材料としてアルミニウムを用いることとしたが、この他に、アルミニウムと銅の合金(A1-1%Cu, A1-2%Cu)、銅、金、チタンなどを用いることもできる。

【0042】また、このようにアルミニウム以外の電極材料を用いた場合は、電極膜厚をh、その電極材料のアルミニウムに対する比重をmとしたとき、 $h \times m \geq 0.4\%$ 入となるように、電極膜厚を設定する。たとえば、電極材料として銅を用いた場合、電極周期 $\lambda = 82\mu\text{m}$ のとき、銅の膜厚hは $0.12\mu\text{m}$ (120nm)以上であることが好ましい。ここで銅のアルミニウムに対する比重は2.73である。

【0043】また、電極材料として複数の材料を組合わせた層状構造として形成してもよい。この場合には、その複数の材料ごとに、 $h \times m$ を計算し、その合計が0.4%以上となるように、それぞれの電極膜厚を設定すればよい。たとえば、アルミニウムと銅を層状に形成する場合には、 $\lambda = 82\mu\text{m}$ のとき、アルミニウムの膜厚を50nmとし、銅の膜厚を600nmとすることができ。また、図1には、1組の入力用IDTと出力用IDTとを形成した例を示したが、1つの圧電基板上に、複数のIDTを形成してもよい。

【0044】図7に、電極膜の材料として、Cu600nmとA1-1%Cu50nm(A1換算、2%入)とを用い、これらを層状に形成したものをういた実施例の周波数-損失特性図を示す。図7の(a)と(b)とを比較すると、方向性度が4.02dBであることがわかる。したがって、複数の材料を用いて電極膜を構成した場合でも、A1換算をして膜厚を2%入というようになり厚くした場合には、FEUDTの方向性度が良好な値を示すことができる。なお、以上に示した実施例では、1組の入力用IDTと出力用IDTとを形成した例を示したが、1つの圧電基板上に、複数のIDTを形成してもよい。

【0045】一般に、表面弾性波フィルタは、図1のような入力用IDTと出力用IDTとを複数個用いて構成される。また、表面弾性波フィルタは、携帯電話機などの小型携帯端末の分波器を構成する部品として用いられる。したがって、図1に示したようなこの発明の表面弾性波装置を基本素子として用いて表面弾性波フィルタを構成すれば、より小型かつ良好な損失特性を持つ表面弾性波フィルタ及び小型携帯端末を提供することができる。

【0046】また、入力用IDTとしてFEUDTを用いる例を示したが、複数のIDTを用いて表面弾性波フィルタを構成し、電極膜にアルミニウムが用いられる場合にはすべてのIDTにこの発明のFEUDTを適用して、IDTの電極膜の膜厚を0.4%入としてもよい。また、FEUDTを採用していない入力用IDT又は出力用IDTにおいても、この発明のようにそのアルミニウム電極膜の膜厚を0.4%入としてもよい。

【0047】実施例2：次に、図1又は図2のFEUDTから、開放型の浮き電極を取り去った構造を持つ表面弾性波装置の場合の実施例を図8に示す。ここでは、浮き電極として短絡型の浮き電極のみを有するFEUDTにおいても、上記実施例と同様に、方向性度等が改善されることを示す。

【0048】図1と同様に中心周波数が40MHzの表面弾性波を励振するものであり、圧電基板としては $X-112^\circ Y:LiTaO_3$ を用い、電極膜としてはCuとA1-1%Cuとを層状に形成したものをを用いる。また、正負励振電極11, 11'及び短絡型浮き電極12

の線幅 (W_e , W_f) はどちらも $\lambda/12$ とする。さらに、電極膜の膜厚は Cu が 600 nm 、 $Al-1\%Cu$ が 50 nm とし、 Al 換算で $2\%\lambda$ のものを用いることにする。なお、実施例1でも示したように膜厚としては、 $2\%\lambda$ に限定する必要はなく、 Al 換算で $0.4\%\lambda$ 程度以上のものを用いればよい。

【0049】図9に、以上のような構造を持つFEUDTの周波数-損失特性図を示す。また、比較のために、図10に膜厚を薄くしたFEUDTの周波数-損失特性図を示す。図10では、電極膜は $Al-1\%Cu$ で 100 nm (Al 換算、 $0.12\%\lambda$) のものを用いた。

【0050】まず、図9(a)と(b)を比較すると、順方向の方が 40 MHz 付近において、 4.8 dB 程度損失が少なかった。したがって方向性度は約 4.8 dB といえることができる。また、図10においては、方向性度は約 3.3 dB であった。以上のことにより、図9に示す膜厚が厚いものの方が、方向性度は約 1.5 dB 良いといえることができる。

【0051】さらに、図9(a)に示す順方向の場合には、 40 MHz 付近において損失は約 8.75 dB であるのに対し、図10(a)に示す順方向の場合には、損失は約 10.45 dB であった。したがって、図9に示す膜厚が厚いものの方が、損失が 1.7 dB 低減されていることがわかる。

【0052】以上のように、FEUDTとして短絡型浮き電極を備え、開放型浮き電極を有していない場合でも、電極膜の膜厚を厚くすることで、実施例1と同様に一方向性及び損失を改善することができる。なお、実施例1と同様に、複数のIDTで表面弾性波フィルタが構成される場合は、そのうちFEUDTのみ、又はすべてのIDTもしくは一部のIDTのアルミニウム電極膜の膜厚を $0.4\%\lambda$ 以上としてもよい。

【0053】**実施例3:** 次に、FEUDTにおける正負の励振電極の線幅と、短絡型浮き電極の線幅を変化させた場合の実施例について述べる。ここでは、正負の励振電極の線幅を太くし、短絡型浮き電極の線幅を細くした場合に、挿入損失が低減できることを示す。

【0054】まず、一般論として、FEUDTの電極の線幅と、方向性度及び挿入損失との関係について述べる。前記した図3に示す測定サンプルを用いて、線幅の変化による方向性度の変化のようすを測定した。ここで、圧電基板として $X-112^\circ Y: LiTaO_3$ を用いた。また、中央のFEUDTとして、開放型の浮き電極を取り去り、短絡型の浮き電極を備えるものを用いた。また、中央のFEUDTの正負励振電極の線幅を $\lambda/12$ に固定し、短絡型浮き電極の線幅を変化させて方向性度の測定を行った。

【0055】図11に、短絡型浮き電極の線幅に対する方向性度の変化のグラフを示す。同図によれば、短絡型浮き電極の線幅が、 $\lambda/12$ よりも大きい $\lambda/8$ から λ

$\lambda/6$ 程度で方向性度は最大となることがわかる。浮き電極の線幅を最適化することで方向性度は向上するが、このことは従来から知られていた。

【0056】図12に、短絡型浮き電極の線幅に対する、FEUDTの順方向の挿入損失の変化のグラフを示す。同図によれば、短絡型浮き電極の線幅が増加するにつれて、順方向の挿入損失は増加する傾向にあることがわかる。

【0057】したがって、図11及び図12の測定結果から、短絡型の浮き電極の線幅をある程度太くすることで大きな方向性度が得られるが、浮き電極の線幅を太くしたことの副作用として表面弾性波の伝搬損失が増加し、実質的には浮き電極を太くすることにより挿入損失が増加してしまうことがわかる。

【0058】次に、FEUDTの正負励振電極の線幅を変化させた場合の方向性度及び挿入損失の測定結果をそれぞれ図13、図14に示す。図13によれば、正負励振電極の線幅が $\lambda/8$ から $\lambda/5$ の付近で、方向性度が最大となる。図14によれば、正負励振電極の線幅が、 $\lambda/8$ から $\lambda/5$ の付近で、挿入損失が最小となる。以上により、正負の励振電極の線幅を、 $\lambda/12$ よりも太い $\lambda/8$ から $\lambda/5$ とした場合には、図11及び図12に示した浮き電極の線幅の変化とは異なり、副作用的な伝搬損失の増加はなく、実質的に挿入損失を低減できることがわかる。

【0059】以上の点を考慮して次のような構成を持つFEUDTを作成した。すなわち、図8に示したFEUDTにおいて、正負励振電極の線幅 W_e を $\lambda/5$ とし、短絡型浮き電極の線幅 W_f を $\lambda/12$ とする。また、正負励振電極の枝部14の中心から電極周期、すなわちフィルタ中心周波数における表面弾性波の波長 λ の $1/6$ だけ離れた位置に、短絡型浮き電極の中心がくるように短絡型浮き電極12を配置する。

【0060】図8では、正負励振電極11、11'の右側に励振電極との中心間の距離が $\lambda/6$ である位置に、短絡型浮き電極を配置した構成を示している。電極膜としては $Al-1\%Cu/Cu/Al-1\%Cu$ の3層膜を用い、その膜厚は $50\text{ nm}/580\text{ nm}/50\text{ nm}$ とする。

【0061】図15に、以上のような構成を持つこの実施例3におけるFEUDTの周波数-損失特性を示す。図15において、順方向の挿入損失は約 7.9 dB であり、方向性度は約 4.9 dB であった。したがって、正負励振電極及び浮き電極の線幅を同一の $\lambda/12$ とした実施例2(図11)と比較すると、実施例3のように、線幅を異ならせた方が挿入損失及び方向性度とも改善していることがわかる。

【0062】以上のことにより、正負励振電極の線幅を、短絡型の浮き電極の線幅($\lambda/12$)より太い $\lambda/8$ から $\lambda/5$ 程度とすることによって、FEUDTの方

向性度を改善でき、表面弾性波装置としての損失も改善できる。

【0063】なお、短絡型浮き電極の線幅 W_f は $\lambda/12$ よりも小さくしてもよい。これは $\lambda/12$ よりも小さくしても、FEUDTの一方向性等の特性にはほとんど影響を与えることがないからである。また、圧電基板1としては、前記実施例1、2と同様に、 $X-112^\circ Y:LiTaO_3$ を用いたが、この実施例3ではこれに限る必要はなく、他の基板材料たとえば $128^\circ Y-X:LiNbO_3$ でもよい。

【0064】さらに、実施例1及び2に示したように、電極膜としてアルミニウムを用いる場合は、FEUDTの膜厚 H は $0.4\% \lambda$ 以上、アルミニウム以外の材料を用いる場合は、電極膜厚 H に、アルミニウムに対する比重を重じた値が $0.4\% \lambda$ 以上、さらに複数の材料を層状に組合せた場合には、アルミニウム以外の各材料の膜厚にアルミニウムに対する比重を重じた値をすべて合計した値が $0.4\% \lambda$ 以上となるように、電極膜の膜厚を設定することが好ましい。

【0065】また、実施例3においても、複数のIDTで表面弾性波フィルタが構成される場合は、FEUDTのみ、又はすべてのIDTもしくは一部のIDTのアルミニウム電極膜の膜厚を $0.4\% \lambda$ 以上としてもよい。この場合において、電極膜の材料がアルミニウム以外の場合には、前記したように、それぞれの膜厚をアルミニウム換算したものを用いればよい。

【0066】

【発明の効果】この発明によれば、圧電基板に $X-112^\circ Y:LiTaO_3$ を用い、表面弾性波を励振させるすだれ状電極に内部反射一方向性すだれ電極を用い、内部反射一方向性すだれ電極の膜厚を、表面弾性波の波長 λ の 0.4% 以上としているので、実用上十分な程度にまで、表面弾性波の一方向性を高め、安定、小型かつ低損失な表面弾性波装置を提供することができる。

【0067】さらに、正負の励振電極の線幅を浮き電極の線幅よりも太い $\lambda/8$ 以上かつ $\lambda/5$ 以下とし、浮き電極の線幅を $\lambda/12$ 以下としているので、前記一方向性の向上と共に、損失の低減をはかることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の表面弾性波装置の一実施例の構成図である。

【図2】この発明のFEUDTの一実施例の斜視図であ

る。

【図3】この発明のFEUDTの方向性度の測定用サンプルの構成図である。

【図4】この発明の実施例1におけるFEUDT（膜厚： $0.1\% \lambda$ ）の周波数-損失特性図である。

【図5】この発明の実施例1におけるFEUDT（膜厚： $0.4\% \lambda$ ）の周波数-損失特性図である。

【図6】この発明の実施例1における規格化電極膜厚と方向性度との関係を示すグラフである。

10 【図7】この発明の実施例1において、電極膜が $Cu + Al - 1\% Cu$ の場合の周波数-損失特性図である。

【図8】この発明の実施例2のFEUDTの一実施例の斜視図である。

【図9】この発明の実施例2の場合のFEUDTの周波数-損失特性図（ $Cu + Al - 1\% Cu$ ）である。

【図10】この発明の実施例2の場合のFEUDTの周波数-損失特性図（ $Al - 1\% Cu$ ）である。

【図11】この発明の実施例3において、規格化浮き電極幅と方向性度との関係を示すグラフである。

20 【図12】この発明の実施例3において、規格化浮き電極幅と挿入損失との関係を示すグラフである。

【図13】この発明の実施例3において、規格化励振電極幅と方向性度との関係を示すグラフである。

【図14】この発明の実施例3において、規格化励振電極幅と挿入損失との関係を示すグラフである。

【図15】この発明の実施例3におけるFEUDTの周波数-損失特性図である。

【図16】従来における内部反射型一方向性すだれ電極の構成図である。

30 【符号の説明】

1 圧電基板

2 入力用IDT (FEUDT)

3 出力用IDT

4 吸音剤

11、11' 正負励振電極

12 短絡型浮き電極

13 開放型浮き電極

14 正負励振電極の枝部

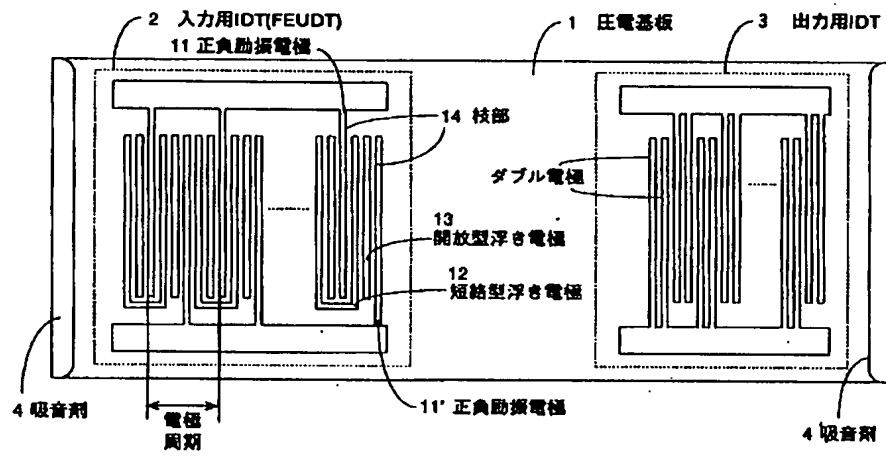
H 膜厚

40 We 正負励振電極の線幅

Wf 短絡型浮き電極の線幅

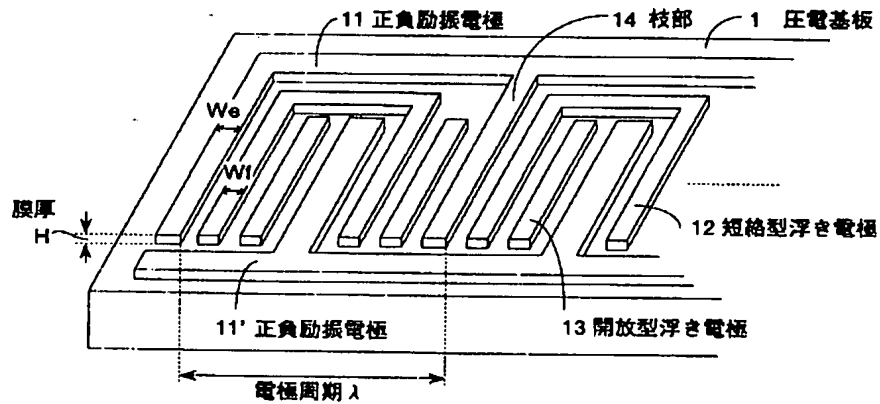
【図1】

この発明の表面弾性波装置の一実施例の構成図



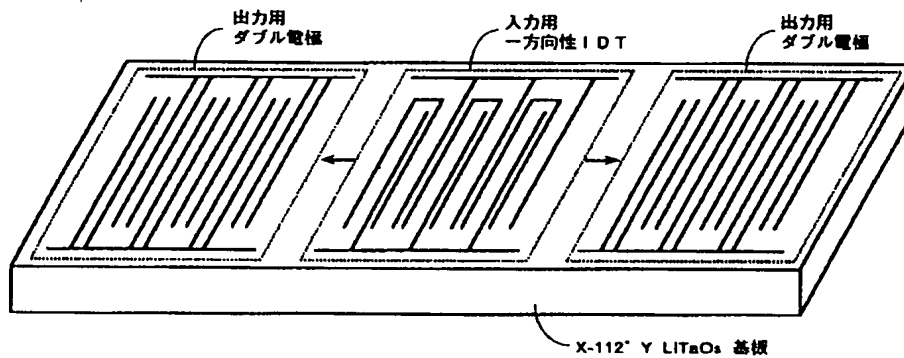
【図2】

この発明のFEUDTの一実施例の斜視図

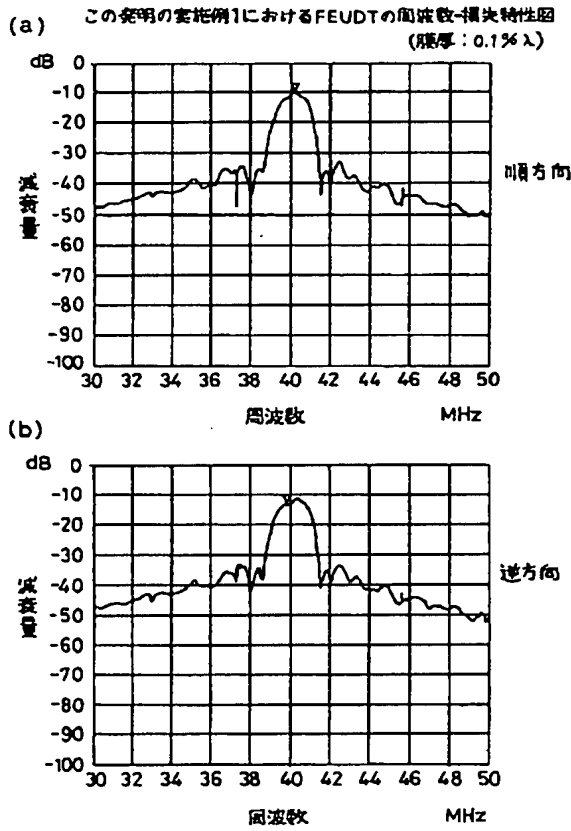


【図3】

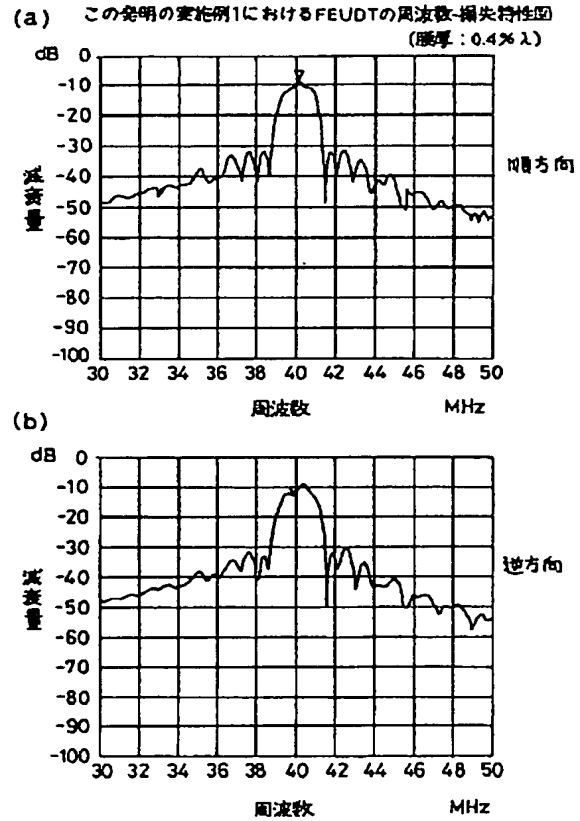
方向性度測定用サンプルの構成図



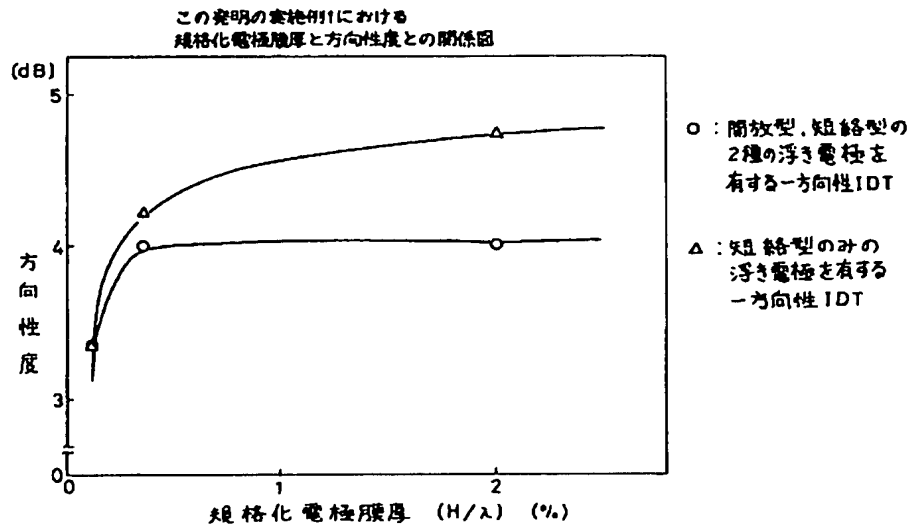
【図4】



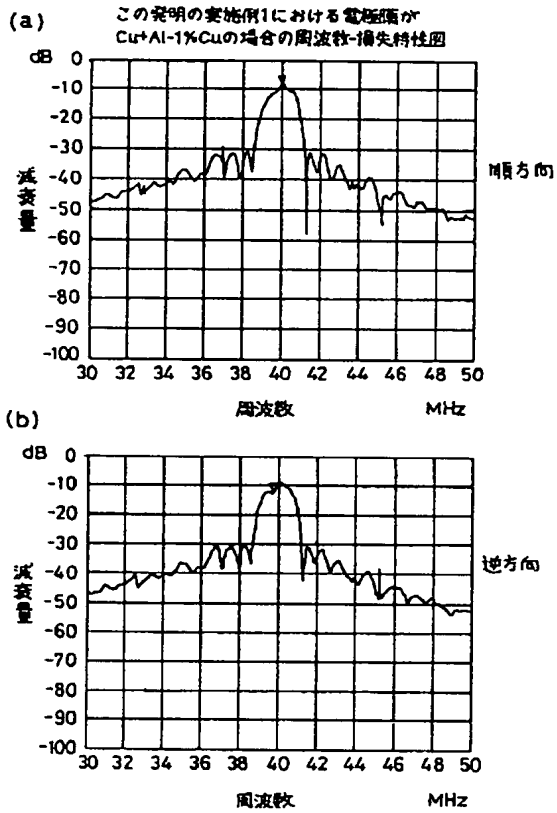
【図5】



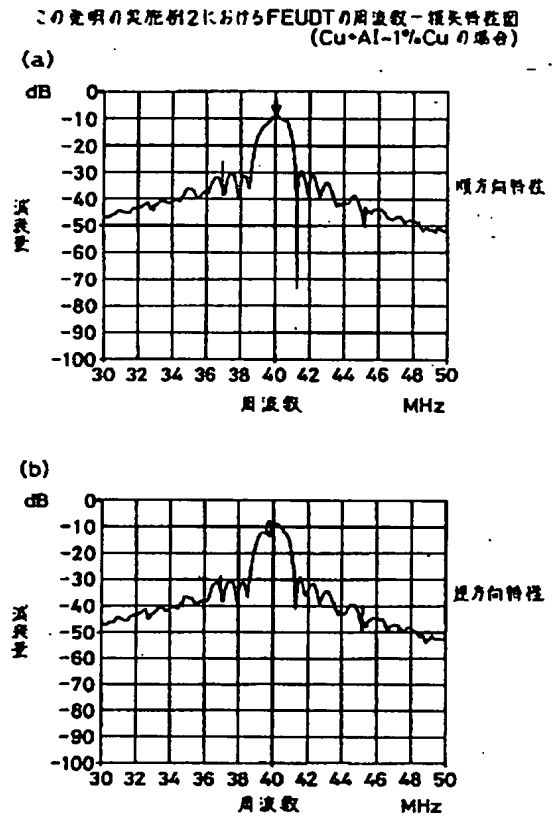
【図6】



【図7】

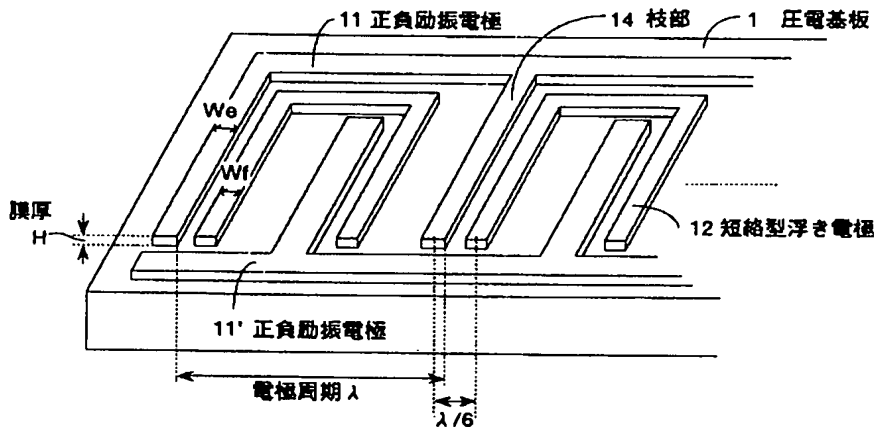


【図9】



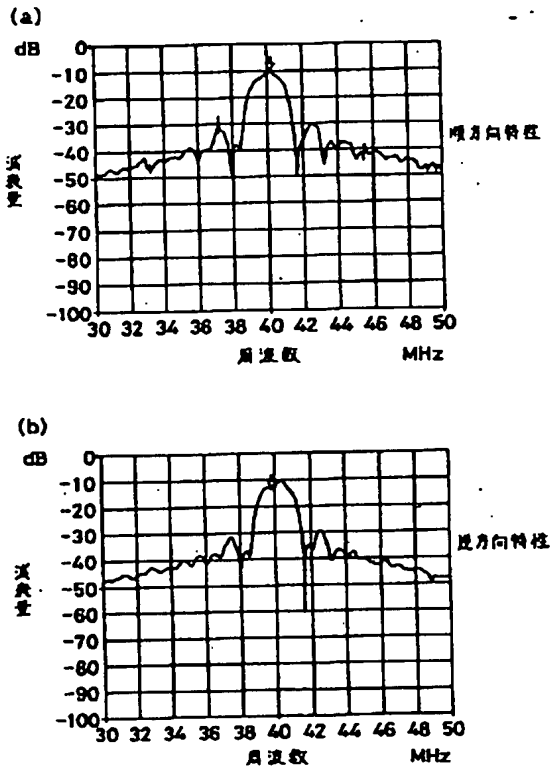
【図8】

この発明のFEUDTの一実施例の斜視図



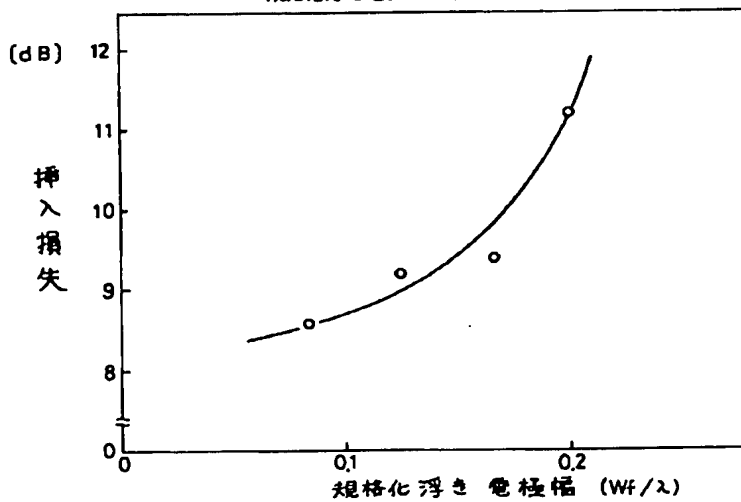
【図10】

この発明の実施例2におけるFEUDTの周波数-損失特性図
(Al-1%Cuの場合)



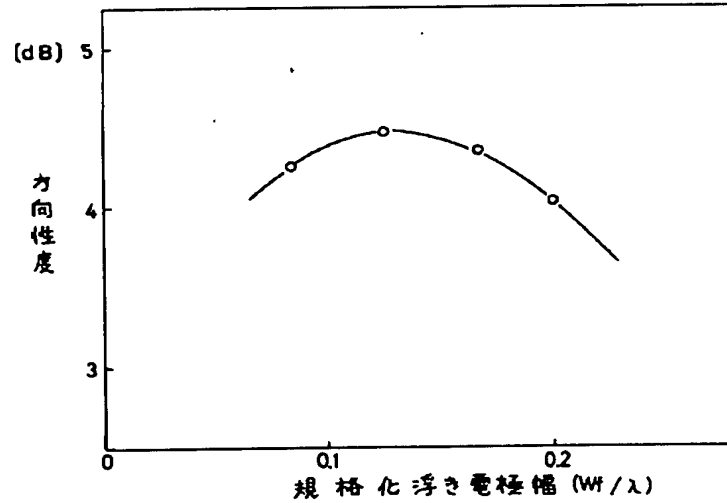
【図12】

この発明の実施例3における
規格化浮き電極幅と挿入損失との関係図



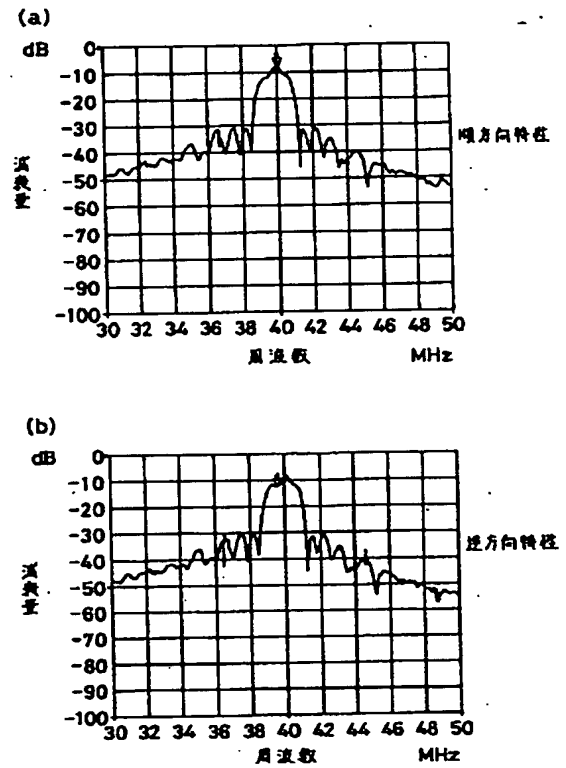
【図11】

この発明の実施例3における
規格化浮き電極幅と方向性度との関係図



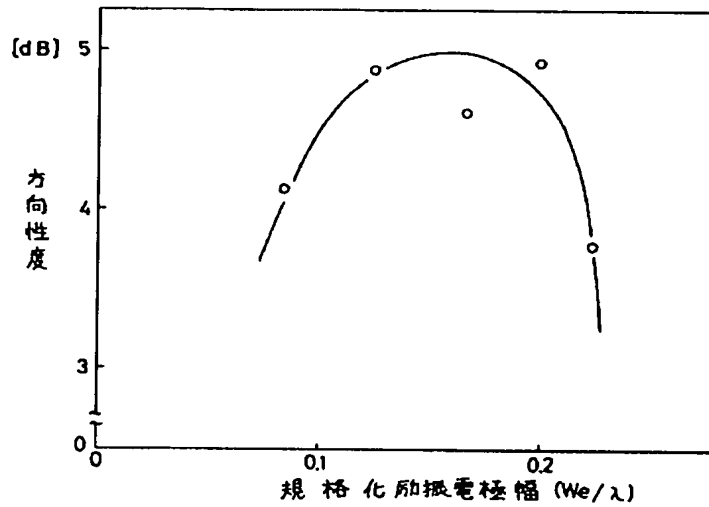
【図15】

この発明の実施例3におけるFEUDTの周波数-損失特性図



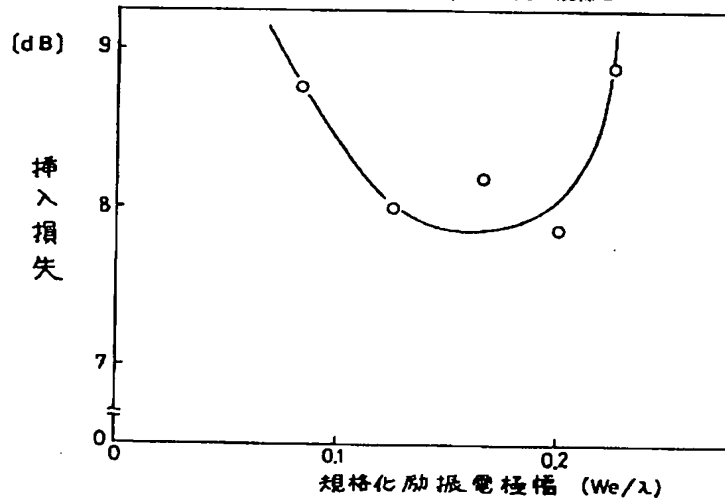
【図13】

この発明の実施例3における
規格化励振電極幅と方向性度との関係図



【図14】

この発明の実施例3における
規格化励振電極幅と挿入損失との関係図



【図16】

内部反射型一方性すだれ電極の構成図

